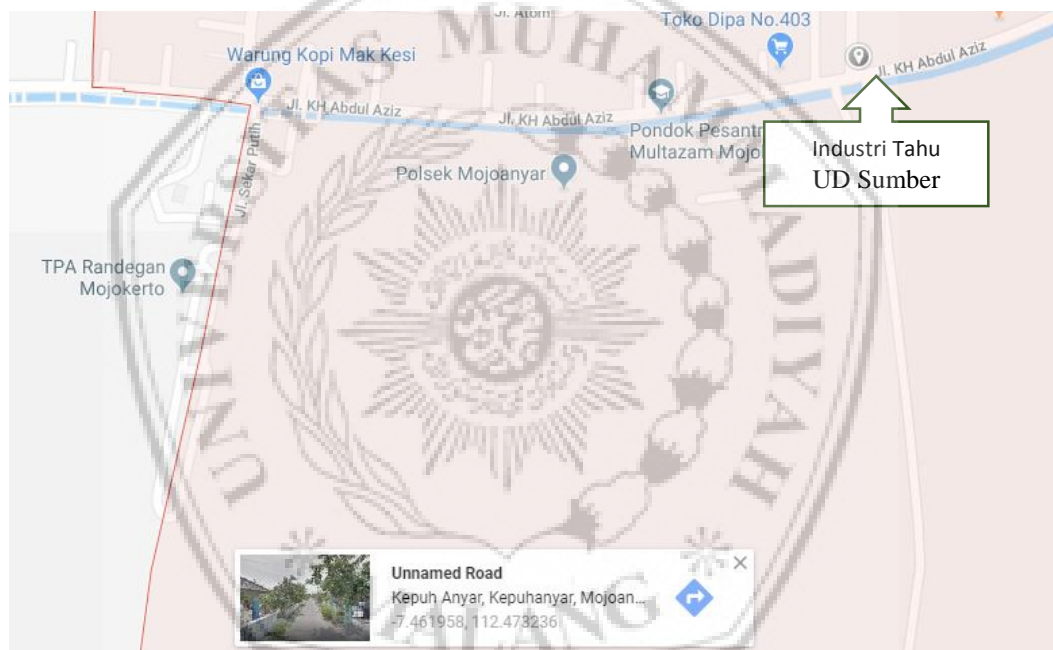


### **BAB III**

## **METODE PERENCANAAN**

### **3.1 Lokasi Studi Perencanaan**

Studi perencanaan instalasi pengolahan air limbah industri tahu dilakukan pada UD Sumber Agung yang beralamatkan di Jalan Raya Kepuhanyar, RT 01, RW 01, Dusun Kepuhanyar, Desa Kepuhanyar, Kabupaten Mojokerto. Instalasi air limbah direncanakan menggunakan biofilter aerob dan anaerob. Lokasi studi perencanaan berjarak 6,1 km dari pusat Kabupaten Mojokerto.



**Gambar 3.1** Peta Lokasi Perencanaan

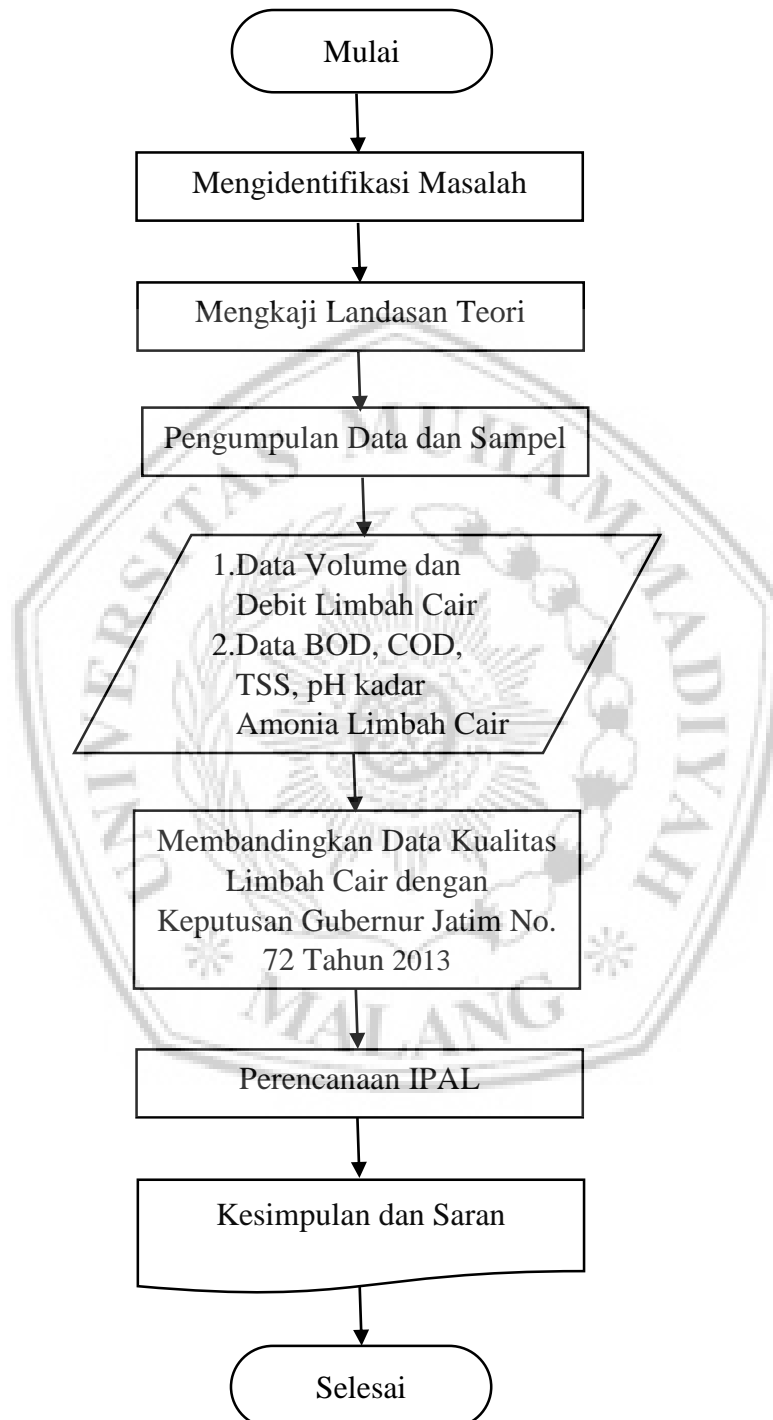
### **3.2 Diagram Alir Perencanaan**

Diagram alir perencanaan instalasi pengolahan air limbah tahu dijelaskan pada Gambar 3.2.

#### **3.2.1 Mengidentifikasi Masalah**

Mengidentifikasi masalah dengan mengamati permasalahan yang terjadi di sekitar industri dengan melakukan survei langsung ke lokasi dan bertemu dengan pemilik Industri Tahu UD Sumber Agung. Hal ini dilakukan untuk menemukan

permasalahan yang sesungguhnya terjadi pada Industri Tahu UD Sumber Agung dan lingkungan di sekitarnya.



**Gambar 3.2** Diagram Alir Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Tahu UD Sumber Agung

### 3.2.2 Mengkaji Landasan Teori

Setelah identifikasi masalah, kegiatan selanjutnya adalah mengumpulkan keterangan-keterangan teori yang berhubungan dengan permasalahan tersebut. Keterangan-keterangan teori dapat diperoleh dari buku, jurnal dan sumber lainnya yang kemudian dijadikan dasar perencanaan.

### 3.2.3 Pengumpulan Data dan Sampel

Dalam studi perencanaan ini diperlukan data-data yang mendukung yaitu:

- a. Data debit limbah yang digunakan untuk mengetahui besar air limbah yang dihasilkan selama proses produksi tahu sedang berlangsung.
- b. Data kualitas air limbah yang berfungsi untuk mengetahui kandungan senyawa organik dalam limbah cair.

Pengambilan sampel limbah cair meliputi:

- a. Pengambilan data debit limbah cair

Penentuan debit limbah cair tahu berdasarkan kebutuhan air selama proses produksi tahu diperoleh dari hasil wawancara terhadap pemilik Industri Tahu UD Sumber Agung.

- b. Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan botol dari bahan plastik berukuran 1,5 L. Sampel inlet diambil dari industri tahu UD Sumber Agung kemudian diserahkan ke Laboratorium Tanah dan Air Tanah Universitas Brawijaya untuk dilakukan pengujian kualitas air limbah. Sedangkan sampel outlet diambil dari hasil percobaan prototype sesuai hasil perencanaan lalu diserahkan ke Laboratorium Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang untuk mengetahui kualitas air limbah yang telah diolah. Parameter yang diuji adalah parameter derajat keasaman (pH), *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*, *Chemical Oxygen Demand (COD)* dan *Total Suspended Solid (TSS)*.

### 3.2.4 Pengolahan data

Melakukan penghitungan debit harian maksimum air limbah. Membandingkan data hasil pengujian kualitas air limbah dengan standar baku mutu

air limbah yang diatur dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 tahun 2013 kemudian dilakukan perencanaan Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) sebagai berikut:

a. Pengolahan Pendahuluan (*Pre Treatment*)

Pengolahan pendahuluan adalah pengambilan benda yang berukuran besar, baik yang terapung maupun yang mengendap. Pada dasarnya proses tersebut adalah dengan cara melewatkan air limbah melalui saringan (Sugiharto, 1987). Dimensi saringan dapat dihitung menggunakan rumus  $Q = A \times V$ .

Keterangan:

$Q$  = Debit limbah ( $m^3/hari$ )

$A$  = Luas unit ( $m^2$ )

$V$  = Kecepatan penyaringan ( $m/hari$ )

b. Pengolahan Pertama (*Primary Treatment*)

Pengolahan pertama bertindak sebagai unit pengendapan/sedimentasi. Fungsi utama unit sedimentasi dalam pengolahan air limbah adalah untuk mengurangi padatan terlarut hingga 40-60% (Sulistiyoweni, 2002). Pengolahan pertama direncanakan untuk menghilangkan *Total Suspended Solid (TSS)* sebesar 60% dan *Biochemical Oxygen Demand (BOD)* yang dapat dihilangkan sebesar 32%. Pengendapan terjadi selama pemindahan partikel terlarut dalam limbah cair secara gravitasi terkumpul di dasar unit sedimentasi.

- $\text{Beban TSS} = \text{kadar TSS} \times V_{\text{air limbah}}$   
 $\text{TSS dihilangkan} = 60\% \times \text{Beban TSS}$   
 $\text{TSS tersisa} = \text{Beban TSS} - \text{TSS dihilangkan}$
- $\text{Luas permukaan (A)} = P \times L$
- $\text{Keliling (S)} = 2 (P + L)$

- Volume direncanakan memiliki kedalaman 1,20 m.

$$\text{Volume (V)} = A \times H$$

- Waktu tinggal (td)  $= \frac{V}{Q} \times 24 \text{ jam}$
- Beban permukaan atau beban hidraulis (So)  $= \frac{Q}{A}$
- Beban weir (Sb)  $= \frac{Q}{S}$
- Kontrol kedalaman unit pengendapan awal agar sesuai dengan kedalaman yang telah direncanakan adalah:

$$H = \frac{Q \times td}{A}$$

Keterangan:

A = Luas permukaan unit (m<sup>2</sup>)

S = Keliling permukaan unit (m)

V = Volume unit (m<sup>3</sup>)

td = Waktu tinggal (jam)

So = Beban permukaan atau beban hidraulis (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. hari)

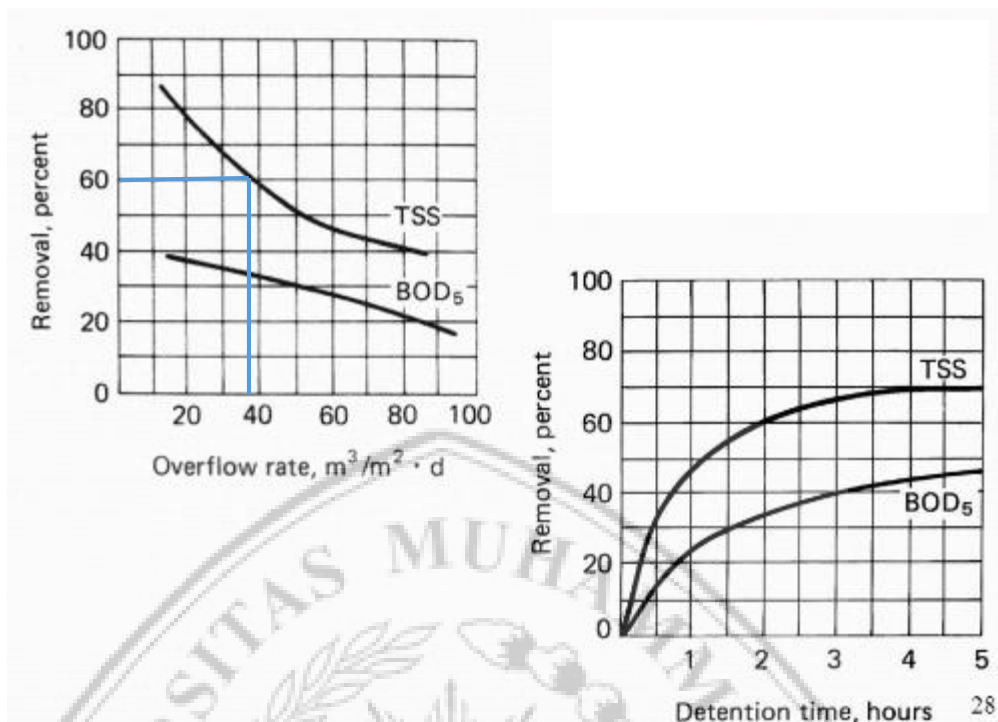
Sb = Beban weir (m<sup>3</sup>/m. hari)

P = Panjang unit (m)

L = Lebar unit (m)

H = Kedalaman unit (m)

Q = Debit air limbah (m<sup>3</sup>/hari)



**Gambar 3.3** Plot Penghilangan TSS pada Diagram Overflow Rate

c. Pengolahan Kedua (*Secondary Treatment*)

Sistem pengolahan air limbah menggunakan biofilter aerob dan anaerob secara umum dibagi menjadi 2 tahap yaitu pengolahan aerobik dan anaerobik (Herlambang, 2002). Untuk mendapatkan hasil yang baik pada proses kedua ini perlu diperhatikan beberapa pertimbangan antara lain:

- BOD dihilangkan = 80% x Beban BOD  
 BOD tersisa = Beban BOD – BOD dihilangkan
- COD dihilangkan = 80% x Beban COD  
 COD tersisa = Beban COD – COD dihilangkan
- Volume direncanakan memiliki kedalaman 1,00 m.  
 Volume (V) = P x L x H
- Daya tampung = 60% x V
- BOD per volume media =  $\frac{\text{Beban BOD}}{\text{volume media}}$
- Kebutuhan volume media =  $\frac{\text{Beban BOD}}{\text{BOD per volume media}}$

$$\text{Volume media} = P \times L \times H$$

- Banyak oksigen =  $\frac{\text{Banyaknya udara } (\frac{kg}{hari})}{\text{BOD dari air limbah } (\frac{kg}{hari}) \times \text{Volume limbah per hari (m}^3\text{)}}$
- Waktu tinggal  

$$td = \frac{V}{Q} \times 24 \text{ jam}$$

Keterangan:

V = Volume unit (m<sup>3</sup>)

td = Waktu tinggal (jam)

P = Panjang unit (m)

L = Lebar unit (m)

H = Tinggi (m)

Q = Debit air limbah (m<sup>3</sup>/hari)

d. Pengolahan ketiga (*Tertiary Treatment*)

Pengolahan ketiga ini merupakan pengolahan secara khusus untuk menyerap senyawa organik yang terkandung dalam limbah cair tahu. Senyawa tersebut dapat berupa protein, karbohidrat, minyak dan lemak. Sedangkan dalam limbah cair tahu, kandungan senyawa organik yang paling banyak adalah protein dan karbohidrat. Karbon aktif atau arang batok kelapa adalah bahan penyerap yang paling sering digunakan karena bahan tersebut mudah di dapatkan dengan harga yang terjangkau (Sugiharto, 1987). Dimensi bak pengolahan ketiga harus dapat menampung volume limbah cair harian.

- Volume direncanakan memiliki kedalaman  $\geq 1,00$  m.

$$V = P \times L \times H$$

- Waktu tinggal (td) =  $\frac{V}{Q} \times 24 \text{ jam}$

Keterangan:

V= Volume unit ( $\text{m}^3$ )

$t_d$  = Waktu tinggal (jam)

P = Panjang unit (m)

L = Lebar unit (m)

H= Kedalaman unit (m)

Q= Debit air limbah ( $\text{m}^3/\text{hari}$ )

e. Pembunuhan Bakteri (*Disinfection*)

Mengingat Industri Tahu UD Sumber Agung merupakan industri rumahan dengan keterbatasan biaya untuk pengolahan limbah cair, maka dipilih klorin sebagai bahan *disinfection*. Klorin dapat membunuh mikroorganisme patogen dengan cara merusak enzim utama mikroorganisme patogen sehingga terjadi kerusakan dinding sel. Selain harga yang terjangkau, klorin juga mudah didapatkan dipasaran. Sedangkan metode pemberian panas dan radiasi tidak dapat dilaksanakan karena pelaksanaannya lebih sulit daripada pemberian klorin. Pemberian klorin sebagai *disinfection* dilakukan pada unit pengolahan ketiga.

Pembersihan limbah cair dapat dilakukan dengan membubuhkan klor untuk mematikan bakteri dan tawas untuk mengendapkan lumpur ataupun kotoran lain. Klorinasi merupakan cara yang tepat untuk *disinfection* dengan kontaminasi yang cukup ringan. Klorin dalam bentuk bubuk/tablet berisi kalsium hipoklorit sedangkan klorin dalam bentuk cair berisi natrium hipoklorit. Apabila klorin ditambahkan pada air yang mengandung ammonia akan membentuk kloramin, reaksi tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:





Hipoklorit biasanya ditambahkan dalam bentuk larutan stok 0,5-1,0% dengan kandungan klorin 5.000-10.000 ppm klorin. Rumus 2.19 dan 2.20 akan digunakan untuk menghitung kebutuhan klorin.

- $A = \frac{B \times C}{D}$

Keterangan:

A = Jumlah bubuk kalsium hipoklorit (kg)

B = Jumlah larutan stok yang dibutuhkan (liter)

C = Konsentrasi larutan stok

D = Persentase klorin yang terdapat dalam tepung hipoklorit

- $A = \frac{B \times C}{10^6 \times E}$

Keterangan:

A = Jumlah larutan stok yang dibutuhkan (liter/hari)

B = Jumlah limbah cair (liter)

C = Jumlah residu yang diinginkan

E = Persentase klorin stok

- Volume direncanakan memiliki kedalaman 1,20 m.

$$V = P \times L \times H$$

Keterangan:

V = Volume unit (m<sup>3</sup>)

P = Panjang unit (m)

L = Lebar unit (m)

H = Kedalaman unit (m)

- Waktu tinggal (td) =  $\frac{V}{Q} \times 24 \text{ jam}$

Keterangan:

V = Volume unit (m<sup>3</sup>)

$t_d$  = Waktu tinggal (jam)

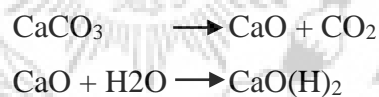
$Q$  = Debit air limbah ( $m^3/hari$ )

f. Pengolahan Lanjut (*Ultimate Disposal*)

Setiap pengolahan limbah cair akan menghasilkan lumpur, oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan lanjut agar lumpur dapat dibuang tanpa mencemari lingkungan. Pengolahan lanjut dapat disebut sebagai bagian tersulit dalam instalasi pengolahan air limbah. Hal ini dikarenakan hanya sebagian kecil dari lumpur yang berupa zat padat dengan kandungan bahan berbahaya dan mudah membusuk (Sugiharto, 1987). Tahapan pengolahan lanjut /pengolahan lumpur terdiri dari:

- Proses Stabilisasi

Proses stabilisasi bertujuan untuk menstabilkan lumpur sehingga tidak menimbulkan kondisi yang mengganggu seperti bau. Proses ini dilakukan dengan membubuhkan kapur agar bau dan jumlah mikroorganisme yang terkandung dalam lumpur berkurang. Reaksi kimia batu kapur dengan air:



Reaksi kimia batu kapur dan air tersebut akan membentuk air kapur. Air kapur dengan dosis 150-250 mg/L adalah air kapur yang dapat digunakan untuk menghilangkan fosfor, kalium, dan magnesium.

- Proses Pengeringan

Pengeringan bertujuan untuk mengurangi hingga menghilangkan kadar air dalam lumpur. Proses ini menggunakan bak pengering dengan cara meletakkan lumpur dengan ketebalan 200–300 mm secara merata. Bak pengering diletakkan di bawah paparan sinar matahari, dengan demikian air dari lumpur akan mengilang melalui gaya berat lumpur karena tertahan lapisan pasir dan penguapan oleh panas matahari. Setelah mengering, lumpur dikeruk untuk dibuang ke tempat pembuangan akhir.

- Proses Pembuangan

Pembuangan akhir dapat dilakukan dengan menebarkan lumpur yang sudah kering di atas tanah. Jika terdapat area yang cekung di sekitar industri, pembuangan ini dapat dimanfaatkan untuk mengisi area tersebut agar lebih ekonomis. Metode pembuangan lainnya yang dapat diterapkan adalah dengan membuat kolam pembuangan.

### **3.2.5 Hasil Perencanaan**

Hasil perencanaan berupa dimensi unit penyaringan, unit pengendapan awal, unit anaerob, unit aerob dan unit pengendapan akhir yang lengkap dengan jenis media yang dibutuhkan sebagai kesatuan teknis instalasi pengelolaan air limbah menggunakan metode biofilter aerob dan anaerob. Desain instalasi pengelolaan air limbah harus mampu mengatasi fluktuasi air limbah, baik kualitas maupun kuantitas sehingga output dari instalasi pengelolaan air limbah dapat mengurangi kandungan *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*, *Chemical Oxygen Demand (COD)* dan *Total Suspended Solid (TSS)* dalam limbah cair sebelum dibuang ke badan air.